CARTA CLINOGRÁFICA: UM ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBIRI, SÃO LUÍS - MA

Quésia Duarte da SILVA [1]

RESUMO

O presente trabalho resulta da aplicação de metodologias de mapeamento da geometria do relevo da bacia hidrográfica do Tibiri. Localizada a sudeste do município de São Luís – MA, a área em questão está totalmente inserida no município citado e na Área de Proteção Ambiental (APA) de Upaon Açu-Miritiba/Alto Preguiças, sendo uma unidade de conservação de uso direto, em que (teoricamente) a exploração e o aproveitamento direto são permitidos de forma planejada e regulamentados. Entretanto, apesar disto, observa-se que existem conflitos de usos, a saber: área urbana x distrito industrial, área urbana x aterro sanitário, aterro sanitário x pesca, aterro sanitário x agricultura, aterro sanitário x lazer, distrito industrial x lazer e outros, os quais já foram representados no mapa de uso e ocupação da terra, elaborado por Silva (2002). Esse documento cartográfico, mapa de uso e ocupação da terra, juntamente com outros, como o mapa hipsométrico, mapa de declividade, mapa de unidades geológicas, mapa de unidades geomorfológicas, mapa da rede de drenagem e mapa de solos, foram elaborados para subsidiar a proposta de zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do Tibiri. Em virtude do tempo disponível para a realização deste trabalho (dissertação de mestrado), o mapa de declividade foi elaborado a partir de valores gerados automaticamente pelo SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas), versão 3.3 e 3.4. Foram utilizados os dados do mapa hipsométrico (elaborado a partir das cartas planialtimétricas da DSG/ME, escala 1:10.000, com cotas altimétricas e curvas de nível, com eqüidistância de 5 em 5 metros), juntamente com a execução do processo de fatiamento do mesmo. Tal processo incluiu a definição da porcentagem de declividade para cada classe (6 classes), as quais foram definidas em função das características geomorfológicas da área: 0 a 2% - muito plana; de 2 a 5% - plana; de 5 a 8% - suave ondulada; de 8 a 12% - ondulada; de 12 a 16% - muito ondulada; de 16 a 30% - forte ondulada.

Foram feitas tentativas de compartimentar a área, em virtude da relativa monotonia do relevo, em 3 (três) e depois em 4 (quatro) classes, com resultados insatisfatórios e muito generalizados. Assim sendo, chegou-se à compartimentação supracitada utilizando a orientação metodológica da SEMACE (1991) e de ROSS (1997), com as alterações julgadas necessárias. Após a execução de todos os procedimentos citados, o mapa de declividade, em função das classes definidas, apresentou um forte detalhamento, o que comprometeu uma análise mais criteriosa da real declividade da bacia hidrográfica do Tibiri. Neste sentido, percebeu-se a necessidade de realizar outro trabalho, o qual deveria conter uma carta temática relacionada com as variáveis altimétricas do relevo. Assim, optou-se por elaborar a carta clinográfica, a partir da metodologia definida por De Biase (1970), De Biase (1992) e Zuquette (1998), a fim de comparar os resultados obtidos entre as duas metodologias diferentes e gerar novas informações, que poderão ser úteis para trabalhos futuros.

INTRODUÇÃO

Os produtos cartográficos que são elaborados a partir de estudos básicos do relevo apresentam uma significativa importância, tanto para o meio acadêmico, uma vez que propicia o aprimoramento das técnicas de confecção e um refinamento da capacidade de análise, quanto para a sociedade como um todo, considerando os conhecimentos que são

[1] Universidade Estadual do Maranhão, Professora Mestre, quesiasilva@ig.com.br.

disponibilizados às comunidades, objetivando, em última instância, a melhoria das condições de vida das populações.

No geral, a geometria do relevo, com destaque para a declividade, é o grande condicionador de sua capacidade de uso/ocupação da terra nas mais diferentes áreas, sejam urbanas ou rurais. Neste sentido, o mapeamento cartográfico da declividade de uma determinada área é, de fato, fundamental para avaliar a potencialidade dos recursos naturais e as limitações para a instalação de determinados empreendimentos (NASCIMENTO, 2004).

Ao discorrer sobre a relação entre os EIA-RIMAs - Estudos de Impactos Ambientais-Relatórios de Impactos Ambientais - e a Geomorfologia, Ross (1996) afirma que a elaboração de cartogramas temáticos para a análise do relevo deve ser realizada, considerando a compartimentação topográfica; a caracterização dos padrões de formas e das vertentes e suas relações como os solos, as rochas, o clima e a vegetação; a classificação das formas de relevo quanto à sua gênese, tamanho e dinâmica atual; e classificação das formas de relevo quanto à sua fragilidade potencial e emergente.

Segundo Christofoletti (1998), o conhecimento geomorfológico pode ser aplicado com muita eficiência em planejamentos temáticos específicos como no uso do solo rural, no uso do solo urbano, na execução de obras de engenharia, no planejamento ambiental, em pesquisas sobre recursos minerais e recuperação de áreas degradadas por mineração e na classificação de terrenos. Assim, este autor ressalta a importância social da geomorfologia e o reconhecimento da necessidade de espacializar os sistemas ambientais físicos.

Outros autores também avaliam de forma positiva e necessária a realização de mapeamentos temáticos para atender a diversos objetivos, alguns já expressos anteriormente. Dentre estes autores destaca-se, também, Mario De Biasi (1992), o qual apresenta os métodos de representação e a confecção da Carta Clinográfica, comumente (segundo o autor erroneamente) denominada de Carta de Declividade. De acordo com De Biase, esta carta pode ser utilizada para atender os mais variados fins, urbano ou agrícola.

Tem-se ainda a metodologia sugerida por Nascimento (2004) através da confecção do mapa generalizado semi-automático de declividade realizado pelo SPRING. Segundo este autor, a medição manual da declividade em mapas com isoípsas (curvas de nível) é extremamente lenta e cansativa, principalmente quando a escala de trabalho for de detalhe, e também é sujeita a erros. Entretanto, ele afirma que os sistemas softwares mais recentes ainda não permitem a obtenção de cartas de declividade totalmente confiáveis.

Na bacia hidrográfica do Tibiri, o mapa de declividade foi confeccionado automaticamente pelo SPRING, com o objetivo de subsidiar a elaboração de uma proposta de zoneamento geoambiental, juntamente com outros mapas temáticos, a saber: geológico, pedológico, drenagem, hipsométrico, uso e ocupação da terra. Posteriormente, foi feito o cruzamento manual dos dados obtidos para a elaboração do mapa da proposta de zoneamento geoambiental da área, o qual definiu 4 (quatro) zonas e 8 (oito) subzonas.

MÉTODOS e TÉCNICAS

Para a elaboração do mapa de declividade foram utilizados os dados do mapa hipsométrico, o qual foi gerado através da digitalização das cartas planialtimétricas da DSG/ME - MINTER de 1980, folhas 33, 34, 46, 47, 48, 49, 53 e 54 (São Luís), escala 1:10.000, com cotas altimétricas e curvas de nível, com eqüidistância de 5 em 5 metros. Para a digitalização dessas cartas utilizou-se o SPRING (Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas), versão 3.3 e 3.4. Foi gerada uma grade retangular através das cotas altimétricas já digitalizadas, utilizando-se o MNT (Modelo Número do Terreno) ou DTM (Modelo Digital do Terreno).

Em função da amplitude altimétrica da área foram criadas 7 (sete) classes de altitude, a saber: 0 a 10 metros, 10 a 20 metros, 20 a 30 metros, 30 a 40 metros, 40 a 50 metros, 50 a 60 metros e de 60 a 70 metros. Cada classe recebeu cores diferenciadas, das altitudes mais baixas às mais altas, conforme a orientação dada por Kohkler e Castro (1996) (ver figura 1 em anexo).

Após a elaboração do mapa hipsométrico foi realizado o processo de fatiamento para a elaboração da classe de declividade. Tal processo incluiu a definição da porcentagem de declividade para cada classe.

A área da bacia hidrográfica do Tibiri foi compartimentada, em 6 (seis) classes de declividades distintas, a saber: de 0 a 2% - muito plana; de 2 a 5% - plana; de 5 a 8% - suave ondulada; de 8 a 12% - ondulada; de 12 a 16% - muito ondulada; e de 16 a 30% - forte ondulada (ver figura 2 em anexo).

Em virtude do acentuado detalhamento expresso no mapa de declividade (por sua vez em função das classes definidas), optou-se por elaborar um novo mapa de declividade com apenas 4 (quatro) classes distintas e sendo assim, as áreas entre 0 a 2% e de 2 a 5% foram agrupadas numa única classe, a saber – plana. As áreas de 5 a 8% de declividade foram mantidas como suave ondulada; as áreas de 8 a 12% e de 12 a 16% foram agrupadas na classe - ondulado; e finalmente de as áreas com declividades entre 16 a 30% - forte ondulada (ver figura 3 em anexo).

Após a realização dos mapas citados anteriormente e a extração dos dados pelo SPRING, observou-se a necessidade de elaborar um novo cartograma, a fim de comparar os resultados obtidos entre metodologias diferentes e gerar novas informações relevantes sobre a área de estudo. Nesta perspectiva, optou-se por elaborar a carta clinográfica, a partir da metodologia definida por De Biase (1970) e De Biase (1992).

A técnica sugerida por De Biase (1992) para a elaboração da Carta Clinográfica é aquela baseada na construção do diapasão ou ábaco com facetas definidas em função da escala, da eqüidistância das curvas de nível e das classes de declividades estabelecidas, considerando as características morfológicas da área em questão. Sendo assim, optou-se primeiramente por utilizar as 6 (seis) classes de declividades inicialmente definidas no trabalho para posterior comparação com os dados gerados automaticamente pelo SPRING. Esta Carta Clinográfica ainda está sendo confeccionada em virtude do exaustivo e demorado trabalho manual, da área da bacia e da escala cartográfica escolhida.

RESULTADOS

De acordo com os dados produzidos na elaboração do mapa de hipsometria, 75,29% da bacia tem um altimetria variando de 10 a 40 metros e os outros 20,82%, estão distribuídos nas altimetrias de 0 a 10 metros (2,85%) e de 40 a 70 metros (17,97%). A classe altimétrica predominante apresentou altitudes que variam de 20 a 30 metros, ocupando 30,34 km^2, ou 30,94% do total da área. A classe 7 (sete) apresentou a menor porcentagem em termos de área, com variações de 60 a 70 metros de altitude, totalizando 0,81% ou 0,79 km^2 (ver tabela 1). As classes 6 (seis) e 7 (sete), de 50 a 70 metros de altitude prevalecem na porção norte da bacia.

Tabela 1. Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Tibiri.

Classes	Altimetria	Área em km^2	%
1	0 a 10	02,80	02,85
2	10 a 20	20,76	21,17
3	20 a 30	30,34	30,94
4	30 a 40	22,73	23,18
5	40 a 50	14,13	14,42
6	50 a 60	02,69	02,74

7	60 a 70	00,79	00,81

De acordo com os dados gerados pelo fatiamento e conseqüente elaboração do mapa de declividade, 84,57% da área apresenta declividades de 0 a 8%, incluindo as áreas descritas como muito planas, planas e suave onduladas; e 11,54% da área tem declividades de 8 a 30%, caracterizadas com relevo ondulado, muito ondulado e forte ondulado (ver tabela 2).

Tabela 2. Declividade da Bacia Hidrográfica do Tibiri.

Classes	Topografia	Declividade (%)	Área (km^2)	Área (%)
A	Muito plana	0-2	27,55	28,09
B	Plana	2-5	35,39	36,09
C	Suave ondulada	5-8	19,99	20,39
D	Ondulada	8-12	08,72	08,90
E	Muito ondulada	12-16	02,10	02,14
F	Forte ondulada	16-30	00,49	00,50

Conforme o agrupamento realizado no mapa de declividade, em função do excesso de informações, tem-se então a definição de novas classes de declividade, com valores areais diferenciados, conforme a tabela 3. A classe 1, Plana é a que apresenta a maior área, alcançando mais de 64% de toda a bacia hidrográfica. Em contraposição, a classe 4 é caracterizada pela menor área de abrangência, totalizando um percentual inferior a 1%.

Tabela 3. Declividade da Bacia Hidrográfica do Tibiri.

Classes	Topografia	Declividade (%)	Área (km^2)	Área (%)
1	Plana	0-5	62,94	64,18
2	Suave ondulada	5-8	19,99	20,39
3	Ondulada	8-16	10,82	11,04
4	Forte ondulada	16-30	00,49	00,50

Considerando a metodologia sugerida por De Biase (1970) e De Biase (1992) a Carta Clinográfica ainda está sendo elaborada e, portanto, ainda não se têm os dados e nem a análise final, a qual deverá apresentar um comparativo entre os resultados encontrados nas duas metodologias diferentes. Entretanto, numa primeira análise visual já é possível perceber diferenças existentes nas classes de declividades.

Na porção norte da bacia hidrográfica do Tibiri verifica-se uma maior concentração de áreas com declividades superiores a 16% do que no mapa de declividade gerado automaticamente no SPRING. Estas áreas coincidem com aquelas abrangidas pela proximidade das isoípsas (curvas de nível) no topo das vertentes.

Levando em conta o resultado obtido através da confecção do mapa da proposta de zoneamento geoambiental, percebeu-se a significativa importância do mapa de declividade gerado pelo SPRING, o qual foi decisivo na definição de zonas e subzonas.

REFERÊNCIAS

Christofoletti, A. Aplicabilidade do conhecimento geomorfológico nos projetos de planejamento. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 415-440.

DE BIASI, M. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. Geomorfologia, Geografia, USP, n. 21, p. 8-13, 1970.

DE BIASI, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n. 6, p. 45-61, 1992.

DE BIASI, M.; CUNHA, K. B. Cartas de energia do relevo: sua confecção e utilização. Boletim Goiano de Geografia. Goiânia, v. 3, n. ½, p. 195-200, jan./dez. 1983.

KOHKLER, H. C.; CASTRO, J. F. M. Geomorfologia cárstica. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (Orgs.) Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações. . Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 239-249.

NASCIMENTO, P. S. R. Mapa generalizado semi-automático de declividade realizado pelo Sistema de Processamento de Imagens Georeferenciadas (SPRING). Revista Eletrônica do Curso de Geografia do Campus Avançado de Jataí/GO., n.2, jan-jun/2004. Disponível em: http://www.jatai.ufg.br/geo/geoambiente.htm.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia: ambiente e planejamento. 4 ed. São Paulo: Contexto, 1997.

SILVA, Q. D. Proposta de zoneamento geoambiental da bacia hidrográfica do rio Tibiri, São Luís – MA. (Dissertação de Mestrado) Fortaleza, 2001.

ANEXO

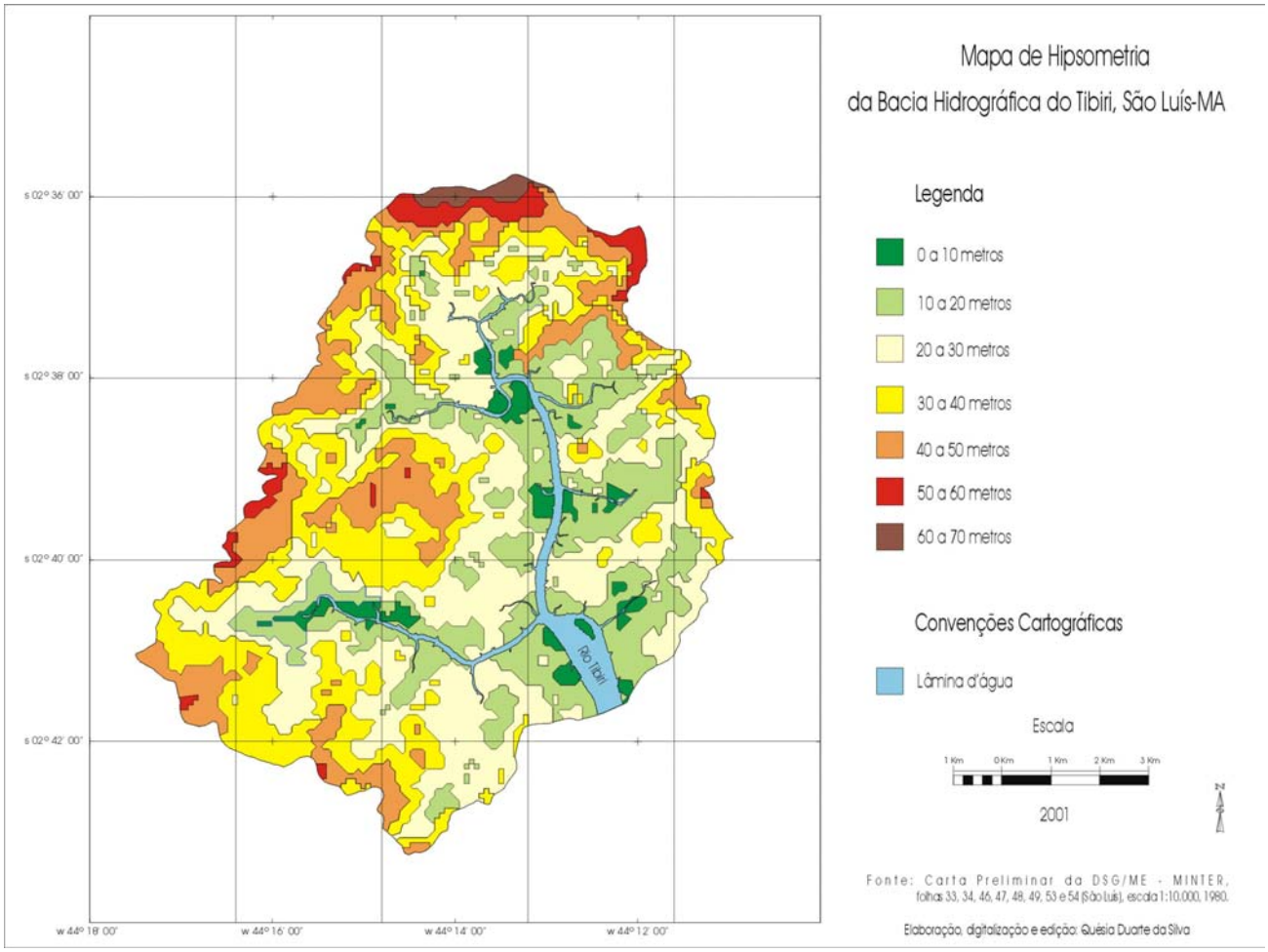

Figura 1. Mapa de Hipsometria da Bacia Hidrográfica do Tibiri, São Luís-MA.

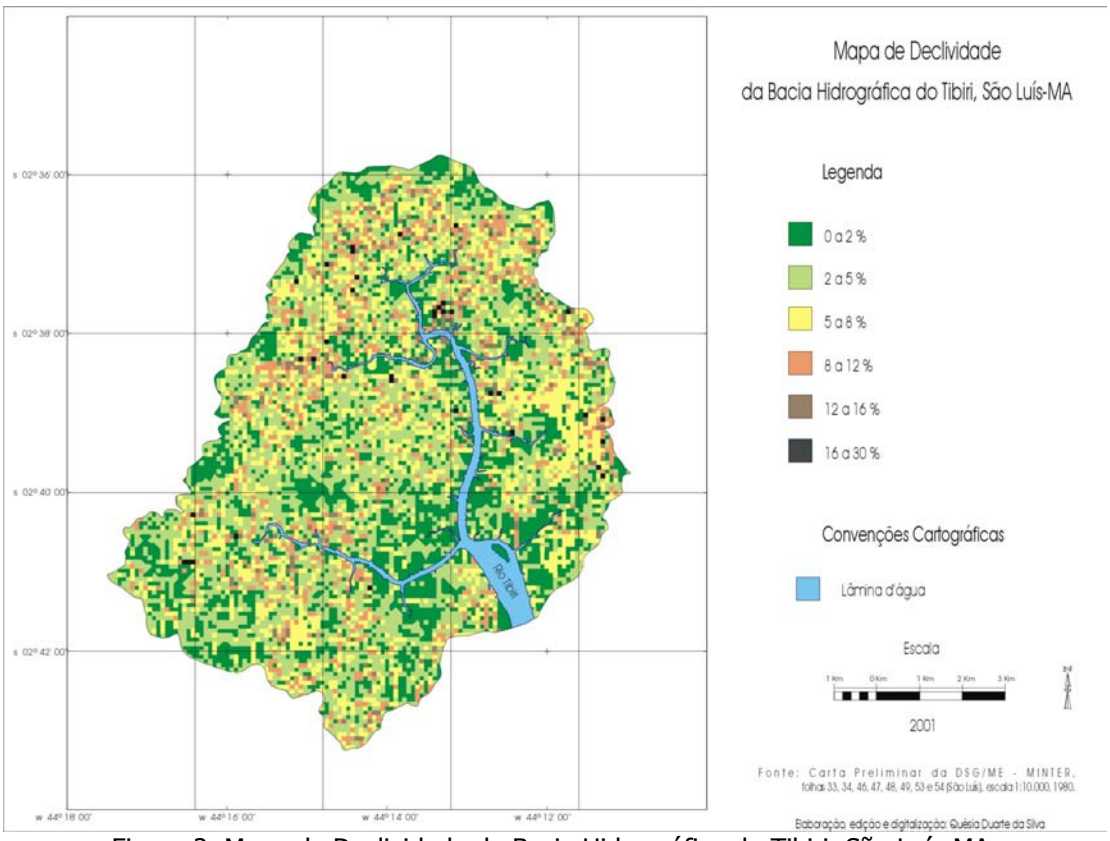

Figura 2. Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Tibiri, São Luís-MA.

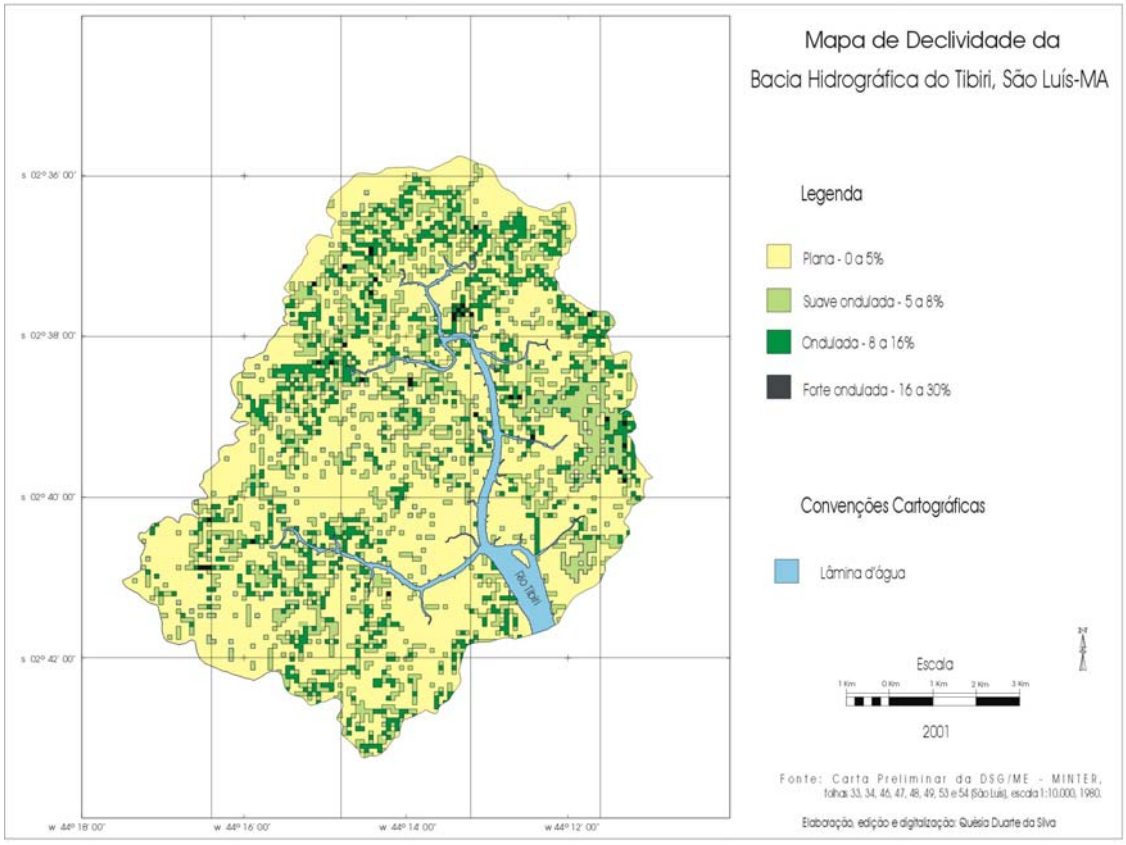

Figura 3. Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Tibiri, São Luís-MA.